

繰り返し曲げを受ける円筒鋼管の耐荷力に関する研究

豊田高専 学生員 ○ 日下部和弘、正員 忠和男、正員 桜井孝昌
名古屋工業大学 正員 後藤芳顯

1. はじめに

阪神大震災においては、多くの土木構造物が多大な損傷を受けた。円筒鋼製橋脚においては局部座屈が生じ、“ちょうどいん座屈”的変形形状を示したものも見られた。本研究では、阪神大震災で損傷した円筒鋼製橋脚の変形形状を参考にし、供試体形状を局部座屈が生じると予想される部分に補剛材が無いものと有るものとの2通り製作した。実験は、この供試体に一定軸力（全断面降伏軸力の15%）を作用させた状態で、単調曲げ、及び繰り返し曲げ載荷を行い、繰り返し回数に伴う耐荷力の低下傾向、単調載荷と繰り返し載荷の耐荷力特性の比較、及びそのダクティリティ特性に注目して行った。

2、実験

供試体は、補剛材を付けたものと、付けないもののそれについて、単調載荷及び繰り返し載荷の2通りの実験を行うため合計4体使用した。供試体を実橋の縮小モデルとするため、市販の電縫钢管

(材質、STKR400) の基部200mm部分を削り、図-1に示すような形状に加工した。(図中の、補剛材を付けないものを補剛無、補剛材を付けたものを補剛有と呼ぶ) 鋼管の寸法は、実構造物、鋼構造物設計指針、道路橋示方書、既往の研究等を参考にし、径厚比パラメータ ($Rt = \sigma y / \sigma E$, σE : 円筒弾性圧縮応力)、細長比パラメータ ($\lambda = \sqrt{\sigma y / \sigma E'}$ 、 $\sigma E'$: 柱のオイラー座屈応力) を表-1のように決定した。

実験は、図-2に示すような載荷装置を使用し、垂直方向から水平荷重（H）を、水平方向より橋梁の死荷重に相当する一定軸力（P）を作らせた。載荷は、変位制御により行い水平荷重（H）を漸増增加させる単調載荷とECCSを参考にして求めた降伏変位（Dy）を基準制御量にとって、±1Dy、±2Dy、・・・、±nDyと繰り返す繰り返し載荷の2通りとした。

表-1 材料特性及び諸パラメータ

項目	
ヤング係数 (E) $\times 10^5$ MPa	2.28
降伏応力 (σ_y) MPa	372.6
ボアソン比	0.253
降伏水平荷重 (H _y) MN	311.2
降伏水平変位 (D _y)	
補剛無 mm	3.6
補剛有 mm	4
幅厚比パラメータ (R/t)	0.106
細長比パラメータ (λ)	0.316

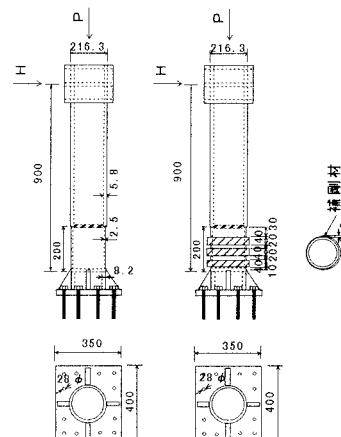


図-1 供試体

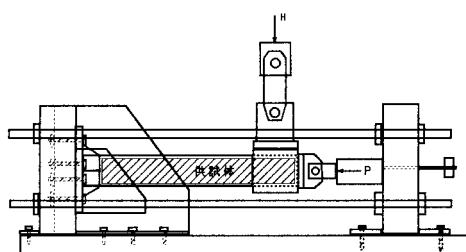


図-2 実験装置概略

3、実験結果及び考察

図-3は、補剛無の単調及び繰り返し載荷の荷重-変位曲線である。それぞれの最大荷重は単調

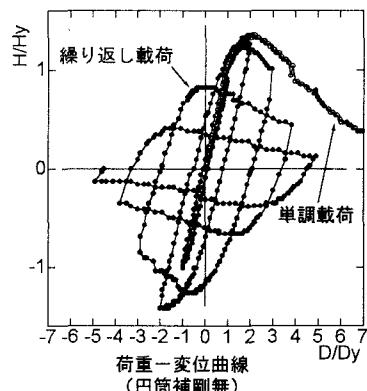
表一2 ダクティリティ評価パラメータ

	Dy' /Dy
補剛無単調	3.88
補剛無繰り	2.90
補剛有単調	8.42
補剛有繰り	5.35

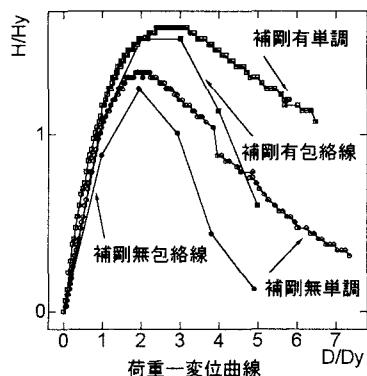
および繰り返しが $H/H_y=1.18$ ($D/D_y=2$) , $H/H_y=1.15$ ($D/D_y=2$) となり最大荷重にほとんど差はなく最大荷重に達するまでの相違は認められない。しかし、変位が $D/D_y=5$ において比較すると、単調及び繰り返しの H/H_y が 0.6, 及び 0.1 となり繰り返しによる影響で単調に比べて耐力の低下がみられた。図一4では、補剛無と補剛有の単調及び繰り返しに関する荷重一変位曲線を比較した。図一4の荷重一変位経路から、補剛有では、補剛無に比べて座屈後の低下が緩やかになっておりダクティリティの向上が認められた。表一2には、図一4をもとに求めたダクティリティの評価パラメータを示した。表中、 Dy は、荷重一変位曲線における初期降伏状態における降伏荷重に対応する変位を、 Dy' は、この荷重一変位曲線において最大荷重に達しその後初期降伏状態における降伏荷重と同じになる荷重時に対応する変位と定義した。変位パラメータ Dy'/Dy の値について、補剛有と無を比較すると単調・繰り返しいずれの場合も補剛無の場合の値のほぼ 2 倍程度大きくなっていることによるダクティリティの向上が認められた。図一5には、実験後の局部座屈形状を示す。補剛無は、一般に提灯座屈と呼ばれる局部座屈波形が供試体基部から 3 ~ 4 cm 程度の位置に発生した。補剛有では、局部座屈発生位置が補剛無とほぼ同位置であったが、図に示すように円周方向に 4 波の座屈波形が現れた。これが、強度及びダクティリティの向上に寄与していると考えられる。

なお、供試体製作において瀧上工業株式会社のご協力頂き、感謝の意を表します。本研究は平成 7・8 年度の文部省科学研究費助成金（基盤研究（c））を受けて行ったものである。

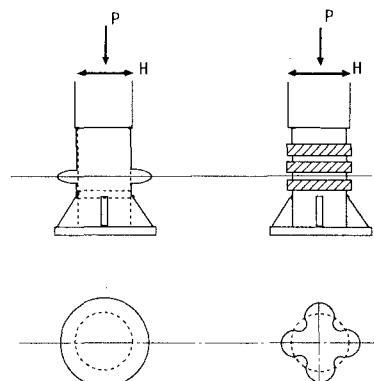
参考文献一覧 1) ECCS CECM EKS : Recommended Testing Procedure for Assessing the Behaviour of Structural Steel Elements under Cyclic Loads, ECCS - Structural Safety and Loadings Technical Working Group 1 - Seismic Design, 1986



図一3 荷重一変位曲線



図一4 荷重一変位曲線

補剛無 補剛有
図一5 座屈後変形形状